

TELHADO VERDE EM ESCOLAS PÚBLICAS NO NORDESTE DO BRASIL

CARLA MILLENY ARAUJO FREITAS¹

¹ Estudante de Engenharia Civil, FACULDADE PITÁGORAS, Bacabal-MA, carlamilleny6@gmail.com - CPF: 613.421.353-50

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
7 a 10 de outubro de 2024

RESUMO: Telhado verde utiliza como solução, recursos naturais, na cobertura de edificações, como substrato e vegetação substituindo telhas de cerâmicas, madeira ou chapas. É uma arquitetura sustentável, com viáveis utilizações em escolas públicas afim de diminuir temperaturas e ter qualidade de vida para os estudantes e funcionários na região nordestina do Brasil. O telhado tem como objetivo, ter medidas para melhorar o aproveitamento dos recursos naturais e aumentar a sua eficiência energética. Os primeiros relatos do uso dos telhados verdes foram no século VI a.c. na Babilônia, conhecido como seus famosos jardins suspensos. Por caracterizar o cultivo de plantas sobre lajes de concreto precisará de drenagem e impermeabilização adequada trazendo benefícios para o meio ambiente e também pode ser utilizado para o cultivo de hortas sustentáveis para a alimentação dos alunos, além de diminuir índices de temperaturas e emissão de CO₂, logo que a região é caracterizada por altas temperaturas e assim aumentar a quantidade de vegetação na região, diminuindo a poluição, absorvendo-se gases do efeito estufa emitidos por veículos e melhorando a qualidade do ar nos centros urbanos. Desta forma, esse artigo vem mostrar a composição e os benefícios de ter o telhado verde nas escolas públicas na região Nordeste.

PALAVRAS-CHAVE: Arquitetura sustentável, diminuição de temperaturas, região nordeste.

GREEN ROOF IN PUBLIC SCHOOLS IN NORTHEAST BRAZIL

ABSTRACT: Green roof uses as a solution, natural resources, in the coverage area of a building, such as earth and vegetation instead of a roof with tiles, wood or plates. It is a sustainable architecture, with viable uses in public schools in order to reduce temperatures and have quality of life for students and employees in the northeastern region of Brazil. The roof aims to have measures to improve the use of natural resources and increase its energy efficiency. The first reports of the use of green roofs were in the 6th century BC. In Babylon, where they were used extensively in their famous hanging gardens. As it characterizes the cultivation of plants on concrete slabs, it will need adequate drainage and waterproofing, bringing benefits to the environment and also use for the cultivation of a sustainable vegetable garden to feed the students, in addition to reducing temperature rates and CO₂ emissions, so that the region is characterized by high temperatures and thus increase the amount of vegetation in the region, reducing pollution, absorbing greenhouse gases emitted by vehicles and improving air quality in urban centers. In this way, this article shows benefits and precautions with the installation of green roofs in public schools in the Northeast region.

KEYWORDS: Sustainable architecture, decreased temperatures, northeast Region.

INTRODUÇÃO

Os primeiros relatos da utilização dos telhados verdes datam do século VI a.c. na Babilônia, onde foram abundantemente utilizados em seus famosos jardins suspensos. Obra essa que é considerada uma das 7 maravilhas do mundo antigo (BBCNEWS, 2020).

Dentre todas as metodologias sustentáveis existentes, uma das formas encontradas foi a utilização dos telhados ecológicos, que também podem ser chamados de telhados verdes, vem sendo cada vez mais utilizados nos dias atuais. Inicialmente, essa prática foi adotada no Brasil por indígenas a partir da utilização de folhas ou fibras vegetais e a técnica foi se aperfeiçoando com a chegada dos

portugueses e seus padrões arquitetônicos e desde então, vem sendo muito utilizada e atualmente é uma prática capaz de trazer diversos benefícios (Bastos et al., 2020).

A utilização do telhado verde em escolas vai proporcionar um conforto em relação as temperaturas, como exemplo as salas de aula, além proporcionar aos alunos execução de atividades da prática agrícola. Assim mostrando os alunos, a importância do meio ambiente em nossa vida, gerando conhecimento, responsabilidades e conservação dele. Quanto aos benefícios gerados pela utilização do telhado verde, tem-se: eficiência energética, redução de ilha de calor, estética urbana, filtragem de água, qualidade do ar, aumento de área útil e valorização do imóvel (Santos, 2017).

O uso de telhados verdes proporciona serviços ecossistêmicos semelhantes à reflorestamento urbano, tais como: o conforto térmico, a retenção das águas das chuvas, o sequestro de carbono e a atração da fauna urbana. A retenção das águas das chuvas também auxilia na retenção de poluentes, como pesticidas e resíduos de petróleo, uma vez que os telhados verdes diminuem o escoamento superficial, armazenando a água durante eventos de chuvas e retornando à precipitação para a atmosfera através da evapotranspiração (Metens et al., 2005).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa tem como intenção viabilizar por meio do telhado verde a melhoria energética com a diminuição das ilhas de calor e proporcionar atividades extracurriculares aos alunos. Serão apresentadas a composição e os benefícios da utilização do telhado verde em escolas públicas na região nordeste do Brasil.

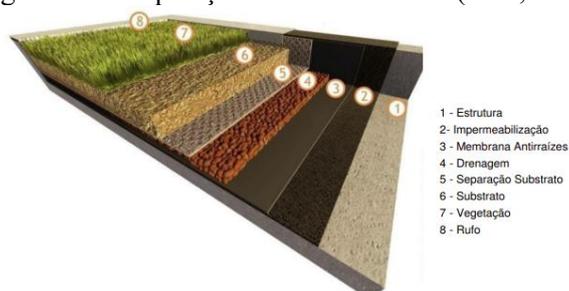
O telhado verde pode ser configurado como um sistema sustentável, sobretudo em decorrência da sua vegetação, substrato e camada drenante. Essas características podem colaborar na absorção de parte das águas pluviais, além de auxiliar na minimização dos efeitos de ilhas de calor, diminuindo as temperaturas do entorno e viabilizando a melhor circulação de ar nas cidades (Dilly, 2016).

Composição do telhado verde

Os telhados verdes podem ser construídos sobre lajes, chapas de madeiras e compensado estruturado ou telhas, são compostos por 6 camadas, garantindo a totalidade da cobertura e também das vegetações cultivadas na construção verde. É importante destacar que, para o dimensionamento da construção do telhado verde, é necessário analisar as cargas sobre o mesmo quando este se encontra saturado, calculando o peso da drenagem, substrato e cobertura vegetal (Savi, 2015).

Segundo Savi (2015), para a composição do telhado verde são necessárias algumas camadas que lhe garantem sustentação, impermeabilização e eficiência no seu funcionamento. Na figura 1 destaca-se a composição do seu sistema.

Figura 1. Composição do telhado verde (Savi, 2015)



- Estrutura do telhado verde: De acordo com Franco (2021), a primeira camada de um telhado verde é composta da cobertura do edifício, que receberá suas cargas. Para garantir uma drenagem adequada e evitar a estagnação da água, estes devem poder mover-se de forma fluida na laje, mantendo uma inclinação mínima de 2%. A resistência da laje deverá ser calculada por um engenheiro estrutural e deve considerar as cargas geradas pela soma de todas as camadas que compõem o telhado verde. Para o dimensionamento e definição do sistema, devem-se analisar as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como a NBR 14931/2004 - Execução de estruturas de concreto, NBR 6118/2003 – Procedimentos de projeto de estruturas de concreto, NBR 7190-1:2022 – Dimensionamento de projeto de estruturas de madeira, entre outras.

- Impermeabilização: A camada impermeabilizante, protege o elemento estrutural do contato com água. Empregadas com impermeabilizantes, geralmente com hidro-repelentes; isolante térmico ou camada protetora, utilizado de acordo com a incidência de energia solar que a cobertura absorve. Além de ter a função de proteger a membrana impermeabilizante contra o crescimento de raízes na camada de vegetação e reter umidade e nutrientes acima da estrutura (Santos et al., 2017).

- Membrana Antirraízes: Segundo Alberto et al. (2012), o cuidado com o crescimento das raízes também é um fator muito importante, motivo pelo qual um especialista poderá indicar as espécies adequadas a cada situação, como mostra a figura 1. Ela, garante a sustentabilidade no sistema do telhado verde e proporciona segurança, a resistência e a durabilidade na impermeabilização, e assim capaz de suportar de forma eficiente os esforços inerentes ao desempenho de uma cobertura verde, ao longo da sua vida útil.

- Drenagem: A drenagem tem como objetivo principal, interferir que água chegue o mais rápido possível ao lençol impermeável, para ser redirecionada aos ralos. Ela faz a captação de águas pluviais, composta por areia ou outros materiais de granulação grossa (argila expandida) que permitem a passagem da água, mas não outros compostos sólidos, e armazenam ou canalizam para uso posterior. Eventualmente, esta água pode ser direcionada a uma cisterna e ser reaproveitada, tomando o cuidado de observar as épocas de aplicação de adubo químico no telhado verde (Baldessar, 2012).

- Substrato: é um material sólido poroso que ancora as raízes de uma planta e fornece água, nutrientes e oxigênio adequados. Cada sistema de cultivo requer um substrato específico, além de condições físicas e químicas adequadas, dependendo do recipiente, ambiente, tipo de manejo e planta. Segundo Alberto et al. (2012), o substrato orgânico deve possuir boa drenagem, de preferência um solo não argiloso que apresente uma boa composição mineral de nutrientes para o sucesso das plantas.

- Vegetação: Conforme Savi (2015), é definida em conjunto com as demais camadas. Fatores como tipo de telhado verde, espessura do substrato, forma de drenagem, inclinação da cobertura, sombreamento por outras coberturas e obstáculos são essenciais para saber qual a espécie vegetal será utilizada. Para Alberto et al. (2012), a sua escolha é necessária o conhecimento do clima local, o tipo de substrato a ser utilizado, tipo de manutenção que será adotada no telhado verde. Além de escolher a vegetação que melhor se adaptam ao clima da região nordeste. Hortaliças como abóbora, pimentão, alface, rúcula são uma boa opção, logo não requerem muitos cuidados e são muito resistentes, a ideia é estabelecer cultivos de automanutenção.

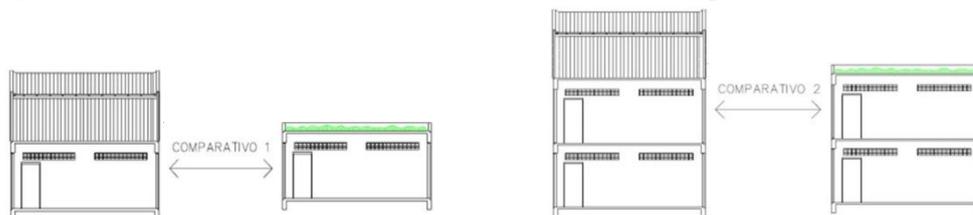
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o aquecimento global, a região nordeste vem sofrendo com ondas de calor intensas, soluções como telhado verde nas escolas, tem forte potencial em ajudar a diminuir índice de temperaturas e a emissão de CO₂, além de proporcionar atividades extracurricular para os alunos. Silva (2018) argumenta que, o conhecimento transmitido, trabalhado e compartilhado permite às pessoas intervirem de modo responsável sobre a própria realidade. A qualidade de vida das futuras gerações depende de boas práticas ambientais. Temas como ecologia, não só na engenharia e na arquitetura, agregam para um mundo mais sustentável.

Silva (2018), completa “O telhado verde consiste na aplicação de vegetação sobre coberturas, observando-se questões como estrutura da instalação, drenagem e impermeabilização do local”. E acrescenta, além de ter funções como: o aumento de áreas verde, mudanças estéticas, qualidade de vida, contribuição em questões relacionadas ao problema do aquecimento global.

Como observado por França (2012), em meio a tantos benefícios que o telhado verde proporciona tanto para seus usuários, como também para o meio ambiente, mostra-se a possibilidade real de se produzir alimentos orgânicos na cobertura, essa característica acontece geralmente em edifícios com lajes horizontais, aonde na vegetação aplicada, pode-se investir em plantação de espécies pequenas que produzam frutos para consumos, além de hortaliças e vegetais para alimentação como mostra a figura 2. O telhado nas escolas vai proporcionar qualidade de vida, diminuição de consumo de energia, proporcionando um ambiente mais agradável para estudantes, funcionários e a população que mora entorno das escolas.

Figura 2. Demonstração de utilização do telhado verde: comparativo 1 e 2 (Uhmann, 2015).



A influência do design, ambiência e elementos de projeto está relacionada à forma de como um prédio escolar e a utilização de seus espaços interno e externo são utilizados para permitir o aprendizado e o desenvolvimento de novos conhecimentos (Uhmann, 2015). Fiore (2021), ressalta “a aplicação do telhado verde irá minimizar impactos e diminuirá os gastos financeiros, já que os telhados convencionais, que normalmente são feitos de telhas metálicas/cerâmica, de concreto e até mesmo de fibrocimento, acabam acumulando calor e transferindo para dentro do edifício em questão”.

No estudo de caso de Sousa et al. (2020) na edificação do Colégio Córrego do Milanez, localizada na zona rural do município de São Mateus, no Espírito Santo, mostra resultados em relação a emissão de CO₂, ao comparar a cobertura original com cobertura com o telhado verde, como ilustrado na tabela 1. Os valores de EE e emissões de CO₂ foram calculados considerando o m² de área da edificação para auxiliar no comparativo (Sousa et al., 2020).

Tabela 1. Energia Embutida EE e emissões de CO₂ no Colégio Córrego do Milanez (Sousa et al., 2020).

Comparativo: Cobertura original x Telhado verde		
	EE (MJ/m ²)	CO ₂ (kg/m ²)
Cobertura original	725,14	45,85
Telhado verde	711,49	31,72

Sousa et al. (2020) detalha a quantidade de energia embutida na cobertura e retrata a diferença entre a cobertura original (725,14MJ/m²) e a cobertura com o telhado verde (711,49MJ/m²), onde o telhado readequado com a técnica de telhado verde, há retratando uma diferença de 13,65MJ/m², o que evidencia uma redução de 1,88%, de acordo com o que é apresentado no Gráfico 1 (Sousa et al, 2020).

Ele também faz uma comparação entre os valores de emissão de CO₂ na cobertura original (45,85kg/m²) e na cobertura com telhado verde (31,72kg/m²), ao fazer readequado com a técnica de telhado verde, retrata uma diferença de 14,13kg/m², o que evidencia uma redução de 30,82%, conforme apresenta o Gráfico 2 (Sousa et al., 2020).

Gráfico 1. Energia Embutida EE (Sousa et al., 2020).

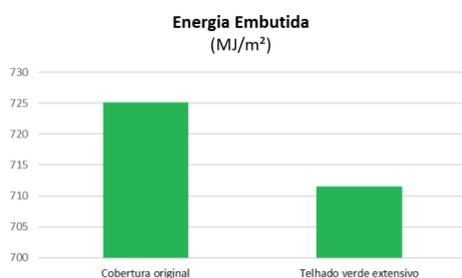
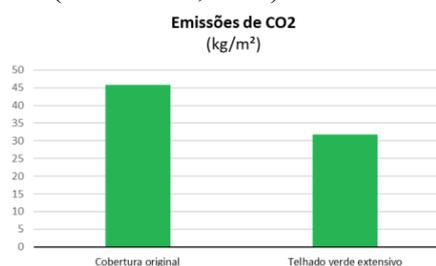


Gráfico 2. Emissões de Dióxido de carbono CO₂ (Sousa et al., 2020).



Com base no comparativo de Sousa et al. (2020), podemos observar a eficácia do telhado verde no Espírito Santo e adapta-lo na região nordeste e assim diminuindo a emissão de CO₂ e a energia embutida na região, aumentando a quantidade de vegetação e melhorando a qualidade do ar nos centros urbanos.

CONCLUSÃO

A introdução desse estudo relata as primeiras aparições do telhado verde na Babilônia no século VI a.c., trazendo a visão de metodologias sustentáveis utilizadas atualmente. Uma prática já

adotada no Brasil anteriormente, por indígenas, utilizando folhas e fibras vegetais para a construções de suas casas. Ao adota-se de vegetação em superfícies, torna-se uma solução viável na no aumento de vegetação nas cidades e a readequação de edificações já existente, para a utilização do telhado verde.

No comparativo de Sousa et al. (2020) mostrou uma pequena variação em relação à energia embutida dos telhados, mas não modificou o fato da edificação ser capaz de suportar o telhado verde.

Ao interesse no ambiente escolar, incentivar os alunos a iniciarem novos projetos com conceitos e políticas amigas do ambiente, melhorando assim a qualidade já implementada no setor da educação. Incorporar a sustentabilidade na educação da comunidade escolar promove práticas de conservação, respeito ao habitat e integração com a natureza.

Ao adota-se o Telhado Verde nas escolas públicas do nordeste do Brasil vai proporcionar a qualidade de vida não só dos estudantes e colaboradores, como toda a população entorno das escolas, diminuindo o consumo de energia e diminuindo a emissão de CO₂ na cidade, na qual, adotou a utilização do telhado verde.

REFERÊNCIAS

- Alberto, E. Z.; Recchia, F. M.; Penedo, S. R. M.; Paletta, F. C. estudo do telhado verde nas construções sustentáveis, 2012. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://copec.eu/congresses/shewc2012/proc/works/037.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2023.
- Baldessar, M. N. Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada. Curitiba, 2012. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/1884/52621>>. Acesso em: 17 set. 2023.
- Bastos, C. R. S.; Barros, J. V.; Barbosa, K. S.; Rezende, M. B. F.; Lima, M. R.; Saraiva, M. C.; Ferreira, L. C. S.; Ferreira, B. C. S. Uma análise e proposta de implantação de telhado verde e reaproveitamento de água da chuva para uma residência de luxo na região metropolitana de Belo Horizonte. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 4, p. 18961-18996, 2020.
- Citações de internet: BBCNEWS. BBC News Brasil. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-54341234>>. Acesso em: 20 abr. 2023.
- Dilly, D. P. A. Tratado sobre o sistema de telhado verde extensivo para coberturas planas em edificações de pequeno e médio porte. 2016. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo).
- Fiore, J. M. da S. O telhado verde e sua utilização para melhoria de qualidade de vida na zona urbana - estudo de caso do colégio estadual Erich Walter Heine. 2021. Disponível em: <<http://www.uezo.rj.gov.br/dissertacao/cta/Josimeri-Moreira-da-Silva-Fiore.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2023.
- França, L. C. de J. O uso do telhado verde como alternativa sustentável aos centros urbanos: opção viável para a sociedade moderna do século XXI, 2012. Disponível em: <<https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/revistahumus/article/download/1612/1274/5598>>. Acesso em: 18 dez. 2023.
- Franco, J. T. Telhados verdes: quais são as camadas e como impermeabilizá-los usando membranas líquidas. 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/910310/telhados-verdes-quais-sa-o-as-camadas-e-como-impermeabiliza-los-usando-membranas-liquidas>>. Acesso em: 17 set. 2023.
- Santos, L. R. L. dos; Lima, J. V. F.; Tibúrcio Neto, L.; Rolemberg, R. R.; Gonzaga, G. B. M. Telhado verde: uma proposta sustentável para a construção civil. *Ciências exatas e tecnológicas*. v. 4, n. 2, p. 195-206. Alagoas, 2017. Disponível em: <periodicos.set.edu.br>. Acesso em: 17 set. 2023.
- Savi, A. C. Telhados verdes: uma análise da influência das espécies vegetais no seu desempenho na cidade de Curitiba, 2015. Disponível em: <<https://siga.ufpr.br/siga/visitante/trabalhoConclusaoWS?idpessoal=320&idprograma=40001016049P2&anobase=2015&idtc=8>>. Acesso em: 30 set. 2022.
- Silva, L. M. da. Proposta de uma sequência didática para ensinar a técnica de telhado verde a alunos da educação básica aliando tecnologia ao ambiente. [s.l.: s.n.], 2018. Disponível em: <https://vilavelha.ifes.edu.br/images/stories/files/tccs/ediv/2019/ifes_ediv2019_lessandro_marchesi_da_silva.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2023.
- Sousa, J. N. de; Carrafa, L. B.; Araújo, W. B. de; Zanetti, K. Estudo do desempenho ambiental na readequação com telhado verde em escola. [s.l.: s.n., s.d.], 2020. Disponível em: <<https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2021/06/revista-mundo-tecnologico-v12-n14-artigo05.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2024.